

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (MODALIDADE INTEGRADO)

CAUÊ GIOVANI KAUYA
DOMENIK THIBES DE MORAES MARSCHNER
GUSTAVO FAGUNDES DE SOUZA
IVAN DINIZ DECKER
ÍGOR RADÜNZ BARD
JOÃO VICTOR MANERICH

**ANÁLISE DA PRESENÇA DE CHUMBO E MERCÚRIO NOS RESÍDUOS DO IFSC
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL - CENTRO**

JARAGUÁ DO SUL
2017

CAUÊ GIOVANI KAUVA
DOMENIK THIBES DE MORAES MARSCHNER
GUSTAVO FAGUNDES DE SOUZA
IVAN DINIS DECKER
ÍGOR RADÜNZ BARD
JOÃO VICTOR MANERICH

**ANÁLISE DA PRESENÇA DE CHUMBO E MERCÚRIO NOS RESÍDUOS DO IFSC
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL - CENTRO**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo informativo diversificado “Conectando Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Jaraguá do Sul

Orientador: Juliano Maritan Amâncio

Coordenadora: Aline Gevaerd Krelling

JARAGUÁ DO SUL
2017

SUMÁRIO

1 TEMA	4
2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	4
3 PROBLEMA	4
4 HIPÓTESES	4
5 OBJETIVOS	5
5.1 OBJETIVO GERAL	5
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
6 JUSTIFICATIVA	5
7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
7.1 RESÍDUOS	6
7.2 MERCÚRIO	8
7.2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS	8
7.2.2 MERCÚRIO NO MEIO AMBIENTE E PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS	10
7.2.3 RESÍDUOS QUE CONTÊM MERCÚRIO NO CÂMPUS	13
7.3 CHUMBO	14
7.3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS	14
7.3.2 CHUMBO NO MEIO AMBIENTE E PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS	15
7.3.3 RESÍDUOS QUE CONTÊM CHUMBO NO CÂMPUS	18
7.4 MÉTODOS ANALÍTICOS PARA DETERMINAÇÃO DOS METAIS	19
8 METODOLOGIA	20
8.1 MÉTODOS PARA A ANÁLISE DO MERCÚRIO	21
8.2 MÉTODOS PARA A ANÁLISE DO CHUMBO	21
8.3 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS	22
9 CRONOGRAMA	23
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1: Ciclo do Mercúrio.	10
Tabela 1: Aplicações para o mercúrio.	13
Tabela 1: Aplicações para o chumbo.	18
Figura 2: Esquema do processo de FAAS.	22

1 TEMA

Análise dos resíduos que contém metais pesados em sua composição.

2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Estudar alguns resíduos gerados no IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Centro que contém chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) em sua composição.

3 PROBLEMA

Quando o chumbo ou o mercúrio são descartados incorretamente no meio ambiente através de resíduos que os contém, podem ocorrer efeitos deletérios ao ambiente e à biosfera, desta maneira, questiona-se:

Em quais formas que o chumbo e o mercúrio estão nos resíduos produzidos no IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Centro? E quais os impactos socioambientais ocasionados por seu descarte incorreto?

4 HIPÓTESES

- No Câmpus são gerados muitos resíduos com os metais chumbo e mercúrio;
- Os resíduos com chumbo e mercúrio selecionados para análise apresentam uma espécie química que não provoca impactos socioambientais negativos quando descartados inadequadamente no ambiente;
- O mercúrio está presente em menor quantidade, comparando-o com a quantidade de chumbo, nos resíduos selecionados para estudo;
- É possível identificar o chumbo e o mercúrio nos resíduos selecionados utilizando métodos analíticos disponíveis nos laboratórios do IFSC - Câmpus Jaraguá do Sul - Centro.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Estabelecer relações entre os resíduos produzidos no Câmpus que contêm mercúrio (Hg) e chumbo (Pb) com os impactos socioambientais ocorridos se descartados incorretamente no ambiente, para a melhor compreensão dos problemas ocasionados pelo descarte incorreto dos mesmos.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Saber, através de referenciais teóricos, quais os tipos de resíduos que contêm os elementos químicos mercúrio e chumbo em sua constituição e identificá-los nos resíduos produzidos no Câmpus;
- Fazer uma revisão bibliográfica sobre os metais;
- Selecionar e caracterizar alguns resíduos produzidos no Câmpus que os contêm;
- Utilizar métodos de análise para identificar o metal chumbo e sua espécie química presente nos resíduos;
- Relacionar as características do resíduo com impactos socioambientais decorrentes de seu descarte incorreto.

6 JUSTIFICATIVA

Atualmente, um dos problemas mais sérios que afetam o meio ambiente é a poluição química de natureza orgânica ou inorgânica, decorrente dos despejos residenciais e industriais (AGUIAR & NOVAES, 2002).

A poluição é qualquer alteração física, química ou biológica que produz modificação no ciclo biológico normal, interferindo na composição da fauna e da flora do meio. A poluição aquática, uma das mais sérias, provoca mudanças nas características físicas, químicas e biológicas das águas, as quais interferem na sua qualidade, impossibilitando o seu uso para o consumo humano (AGUIAR & NOVAES, 2002).

Mesmo em áreas remotas, como o continente antártico, apresentam concentrações de contaminantes como o mercúrio e o chumbo, cuja distribuição é feita em escala global pelo transporte atmosférico, com concentrações acima dos níveis naturais esperados para a região. Assim, a pergunta principal das agências ambientais não é mais se um ambiente está ou não contaminado, mas em que grau ocorre essa contaminação (LACERDA & OLAF MALM, 2008).

Devido a isso surge o interesse em analisar resíduos com chumbo e mercúrio, os quais possuem um alto teor de toxicidade, caracterizados assim como micro contaminantes ambientais. Segundo Nakano e Avila-Campos (s/d.) esses metais se diferenciam dos demais agentes tóxicos por não serem sintetizados e nem destruídos pelo homem, dessa maneira ao entrarem em contato com algum organismo acaba por fim comprometendo-o, se biocumulando em todo o seu ciclo.

O histórico de desastres e contaminações com ambos, chumbo e mercúrio não é tão recente, entretanto a maioria da população não possui conhecimento preciso sobre os riscos causados pela contaminação por metais pesados. Já ocorreram diversos casos dessa contaminação, podendo se destacar o caso de Minamata, Japão, em 1935, ocasionada pelo mercúrio, e também, um caso de contaminação com chumbo em Noyelles - Godault, França, em 1993. Nos dois casos, empresas descartavam seus resíduos com os metais de uma maneira incorreta, o que ocasionou na contaminação das suas respectivas regiões, mostrando desta forma o que o homem pode causar aos ciclos naturais (MICARONI; BUENO; JARDIM, 2000).

Diante destas condições, o projeto visa centrar a pesquisa em dois elementos, os metais chumbo e mercúrio. Esses são dois metais pesados que estão presentes comumente no dia a dia dos seres humanos. No câmpus, esses metais estão presentes na composição de baterias à placas de circuito impresso, apresentando uma grande diversidade de aplicações e consequentemente também uma grande diversidade de possíveis problemas socioambientais.

7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao passar dos anos a quantidade de resíduos, produzidos pelo ser humano, vem aumentando, e consequentemente os problemas e danos ocasionados pelo seu descarte incorreto no ambiente, também. Alguns resíduos possuem um potencial maior de causar danos para o meio ambiente e aos organismos vivos, como os metais pesados. Dois desses metais podem se destacar, são estes o chumbo e o mercúrio, devido tanto a suas altas toxicidades quanto às formas em que estão presentes no dia a dia da população. Assim, esta fundamentação teórica apresenta informações a respeito destes metais e dos resíduos que os contém.

7.1 RESÍDUOS

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na NBR nº 10.004/04 define resíduo como: “Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.” Assim sendo, resíduos são resultado de algum processo que origina restos nos

estados sólido e semi-sólido, ou qualquer líquido cujo as particularidades tornem inviável seu descarte no esgoto urbano.

Os resíduos devem ser classificados para seu descarte segundo as normas vigentes de cada país, no Brasil as normas vigentes são estabelecidas pela ABNT, na NBR nº 10.004/04. Nesta os resíduos são classificados em dois grandes grupos, sendo eles: os resíduos perigosos - Classe I e os resíduos não perigosos - Classe II, esse último com as suas próprias subdivisões em A e B.

Os resíduos Classe I são todos os resíduos classificados como perigosos e que apresentam riscos à saúde pública quando gerenciados de maneira inadequada.

Os resíduos Classe II não apresentam riscos em potencial à saúde e subdividem-se em A e B, sendo A os resíduos não-inertes (que reagem) e B os resíduos inertes (que não reagem) (ABNT, 2004).

Ainda de acordo com as normas da ABNT (NBR 12.809 e 10.004), todo resíduo que não for considerado como perigoso pode ser tratado como um lixo comum, sendo descartados como lixos orgânicos ou no esgoto urbano. Caso o resíduo seja classificado como perigoso, é necessário que seja efetuado seu tratamento, que pode variar dependendo do tipo do resíduo. Um dos conceitos que define o quanto uma substância pode ser perigosa é a toxicidade.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na NBR 10.004/04, define toxicidade como “propriedade potencial que um agente tóxico possui de provocar, em maior ou menor grau, um efeito adverso em consequência de sua interação com o organismo”. Ou seja, é o potencial de algum agente tóxico de causar danos nocivos a algum organismo. Ela ainda depende da dose em que interage, sendo assim, qualquer substância pode ser tóxica, como exemplo, até a água pura pode ser tóxica ao ser consumida em determinadas quantidades.

O grau de toxicidade pode ser medido através da dose letal 50 (DL50) do agente tóxico em questão, ou seja, é a quantidade necessária do mesmo para ocasionar o óbito de 50% da população em estudo. Desta forma quanto menor a sua DL50, maior vai ser o nível de toxicidade do agente em questão. Essa categoria vai desde o extremamente tóxico até o relativamente atóxico (não tóxico), tendo como exemplo respectivamente, o fluoracetato de sódio, com DL50 menor que 1 mg/kg e o glicerol, com DL50 maior que 15 mg/kg.

Este conceito de toxicidade vincula-se também com o risco tóxico, ou seja, é a probabilidade que um agente tóxico tem de ocasionar efeitos adversos. Desta maneira, nem sempre a substância com maior toxicidade terá mais riscos, tudo irá depender de suas condições.

Para compreender os riscos que determinados resíduos possam vir a apresentar é necessário um conhecimento adequado de suas características, para assim relacioná-las com os seus efeitos ao ambiente. Com a grande diversidade dos resíduos produzidos pelo homem é necessário a classificação de acordo com suas semelhanças, para que assim os devidos cuidados com os resíduos sejam seguidos de uma forma mais simples, evitando os impactos ambientais causados pela poluição dos meios com esses resíduo.

Como tentativa de armazenar resíduos e assim limitar o seu contato com os seres humanos, devido às suas diversas perigosidades, variáveis de resíduo à resíduo, o método mais viável passou a ser os denominados lixões.

Com a revolução industrial começou o processo de urbanização, assim aumentando os impactos ambientais causados pelos tipos de poluição, um desses a geração de resíduos. A solução para esse problema foi afastá-los das áreas urbanas, ou seja, lugares longes e a céu aberto, os conhecidos lixões. Esse método não é mais utilizado hoje em dia, sendo agora empregado os aterros sanitários, que atuam com o mesmo papel, como destino final de resíduos.

Segundo Bidone (1999), com o aumento da população os resíduos também aumentarão. Há algumas décadas a produção de resíduos chegava a algumas dezenas de quilos por habitante por ano, agora esse número é muito superior. Nos Estados Unidos, um país altamente industrializado, chega a setecentos quilos por habitantes por ano. No Brasil, o valor médio das cidades mais populosas chega a cento e oitenta quilos por habitante por ano. Isso demonstra o grande crescimento da produção de resíduos, devido o aumento da população, que tende a consumir mais, assim gerando mais restos.

7.2 MERCÚRIO

7.2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

O mercúrio é um metal pesado, possui o símbolo Hg, tem o número atômico 80, sua massa é de 200,5 u.m.a.¹, seu ponto de ebulição é de 629,88 K, já seu ponto de fusão é de 234,32 K. O metal possui uma coloração prateada, é um bom condutor de corrente elétrica, possui alta densidade, é inodoro e não é um bom condutor de calor. Tem a capacidade de formar amálgamas² metálicas com os elementos ouro e prata, as chamadas ligas metálicas.

Esse metal possui um elevado nível de reatividade e biocumulação³, assim, é capaz de realizar diversas reações químicas, as quais os organismos vivos não são capazes de deteriorar, desta maneira eles acabam se acumulando ao longo de toda uma cadeia alimentar. Diferente dos demais metais pesados, o mercúrio dentro das CNTP (273,15 K e a 1 atm) e nas CAPT (298 K e a 1 atm) é encontrado em estado líquido e caracteriza-se por ser o único metal nesse estado físico dentro dessas condições, sendo insolúvel em água (quando presente em estado metálico) e solúvel em ácido nítrico. Outra de suas características é que quando sofre uma descarga elétrica pode formar compostos com alguns gases nobres como o argônio (PEDROLO, s/d)

¹ u.m.a.: Unidade de massa atômica

² Amálgamas: ligas metálicas que contém o mercúrio

³ Biomagnificação ou bioacumulação: aumento da concentração de uma substância ou elemento nos organismos vivos, à medida que percorre a cadeia alimentar e passa a se acumular no nível trófico mais elevado

O mercúrio é normalmente encontrado na crosta terrestre, ocorrendo ainda na água, solo e também no ar. Ele pode assumir diversas espécies químicas, que são divididas nas seguintes categorias: mercúrio metálico ou elementar (Hg), mercúrio inorgânico, principalmente na forma de sais mercúricos (HgCl_2 , HgS) e mercuriosos (Hg_2Cl_2), e mercúrio orgânico, ligado a radicais de carbono, por exemplo metilmercúrio e etilmercúrio (BRASIL, 2013). No meio ambiente é encontrado associado a outro elemento, o mais comum é o enxofre, com quem forma o minério cinábrio (HgS), composto de cor vermelha ou preta (MICARONI; BUENO; JARDIM, 2000).

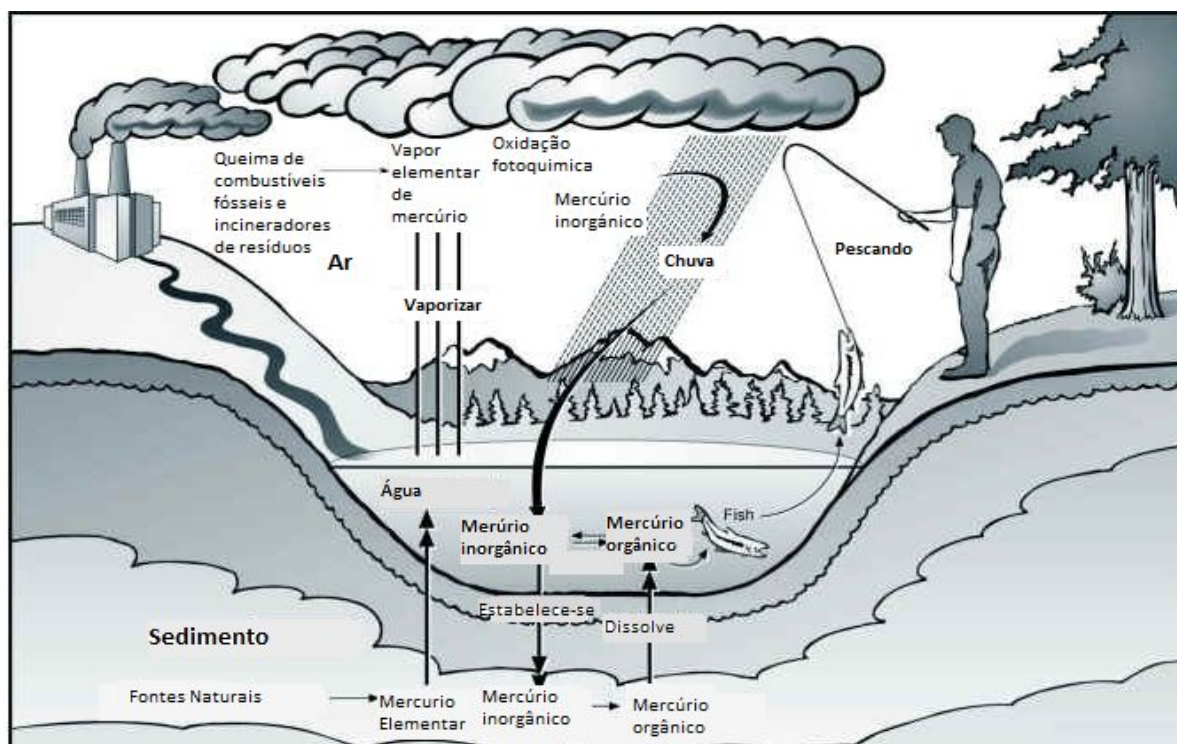
Ainda no meio ambiente ele pode ser encontrado associado a outros elementos, além do já citado cinábrio (HgS), pode ser encontrado em outros casos, como por exemplo a cordierita ($\text{Hg}_3\text{S}_2\text{Cl}_2$), o livingstonia (HgSb_4S_8), o montroidita (HgO), entre outros. Uma das principais formas de obtenção do mesmo é através da mineração, onde ele é encontrado em alguma forma associada, o cinabre, através da sua mineração, é a principal forma de obtenção de mercúrio, as principais jazidas de cinabre estão localizadas na Espanha, como exemplos as minas de Almadén.

De acordo com Micaroni, Bueno e Jardim (2000) o mercúrio em sua forma metálica tem sua obtenção através do aquecimento do cinabre seguindo de condensação. Além da mineração o mercúrio pode ser obtido por outros meios: erupções vulcânicas e evaporação naturais que junto a mineração são responsáveis por emissões de mercúrio por ordem de 2.700 à 6.000 toneladas por ano.

Quando o mercúrio é encontrado em compostos orgânicos demonstra-se ainda mais tóxico do que em seu estado elementar, os compostos orgânicos mais comuns de mercúrio são metilmercúrio (CH_3Hg^+) e o dimetilmercúrio ($(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$). O metilmercúrio é cerca de cem vezes mais tóxico que suas formas metálicas (Hg^0 e Hg^{2+}) (SANTANA, 2015)

Assim sendo, os principais problemas ocasionados pelo mercúrio aos seres humanos não são provenientes de seus compostos inorgânicos, e sim, de seus compostos orgânicos. Para que esses ocorram deve-se acontecer a metilação, gerando o metilmercúrio, esse processo é resultado de transformações ocasionados por bactérias presentes no meio ambiente. Em locais que essa metilação não acontece, por exemplo nas minas de Almadén (devido a condições ambientais não serem favoráveis), o mercúrio não apresenta o mesmo risco do caso contrário, já quando a metilação ocorre os resultados são impactantes, como o caso de Minamata. Na figura um é possível compreender o ciclo do mercúrio:

Figura 1. Ciclo do Mercúrio.



Fonte:

https://biodireitomedicina.wordpress.com/2013/01/12/exposicao-ao-mercurio-ameaca-saude-de-mais-de-10-milhoes/mercurio_oceanos_1-1/ (Adaptado pelo grupo)

7.2.2 MERCÚRIO NO MEIO AMBIENTE E PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS

O mercúrio pode representar uma ameaça aos organismos vivos, no organismo humano, por exemplo, ele é absorvido através da inalação do vapor de mercúrio, principalmente em sua forma elementar (Hg^0), ou até mesmo pela ingestão de animais contaminados com ele, principalmente peixes, os quais normalmente apresentam o metilmercúrio (CH_3Hg^+) ou o dimetilmercúrio ($(CH_3)_2Hg$), levando desta maneira a pessoa à apresentar náuseas e diarreia ou até mesmo problemas mais sérios como problemas neurológicos e cardíacos.

No organismo humano, após ser ingerido, seus efeitos são devastadores, ele deposita-se em várias regiões do corpo, tais como: cérebro, rins, aparelhos digestivo e reprodutivo, pulmões, fígado, pâncreas e outros, causando graves distúrbios, por vezes irreversíveis (CARDOSO, 2008). Após a contaminação, o mercúrio pode ocasionar os seguintes sintomas:

(...) bronquite, edema pulmonar, salivação excessiva, gosto metálico na boca, lesões renais, tremores, convulsões, sede, dor abdominal, vômito, diarreia, alucinações, irritabilidade, perda de memória, confusão mental, anormalidades nos reflexos, coma e morte. Na pele pode surgir irritação cutânea, edema e pústula ulcerosa. Na exposição prolongada (crônica) pode ocorrer inflamação da gengiva, amolecimento dos dentes, inchação das glândulas salivares, excesso de saliva, tremores, vertigem, rubor, irritabilidade, perda de memória, alucinações, perda do controle muscular, insônia, depressão, pesadelos e lesões na pele. O mercúrio pode atravessar também

a barreira hematoencefálica e ter efeitos desastrosos sobre o sistema nervoso, que vão desde lesões leves até à vida vegetativa e à morte.(ABCMED, 2013)

Um dos principais desastres relacionados a contaminação por mercúrio aconteceu na cidade de Minamata, Japão em 1956. Uma empresa que utilizava mercúrio na fabricação de seus produtos estava descartando os resíduos gerados na baía de Minamata desde 1930. A empresa em questão era a Chisso Corporation, a qual na época produzia o acetaldeído, chegando a atingir a produção de cerca 45.245 toneladas do mesmo. A empresa usava sulfato de mercúrio (Hg_2SO_4) e cloreto de mercúrio ($HgCl_2$) como catalizadores, por resultado de alguns processos feitos pela mesma originava como um subproduto o metilmercúrio.

Devido a alta estabilidade da espécie química do mercúrio descartado, metilmercúrio, fez com que o mesmo se acumula-se lentamente no organismo dos peixes e daqueles que os consumiam. O desconhecimento dos efeitos do mercúrio em seres vivos fez com que os médicos pensassem tratar-se de uma nova doença e apenas quando pesquisadores da Universidade Kumamoto entrevistaram foi que descobriu-se que se tratava de um caso de envenenamento por substâncias tóxicas, levando assim o surgimento em 1956 da “doença ou mal de Minamata” que é caracterizada por apresentar degeneração neurológica e deformidades físicas, a mesma causou a morte de centenas de pessoas e a presença de anomalias em outras milhares.

A Universidade de Kumamoto ainda constatou que há diferenças entre suas alterações patológicas para fetos e adultos, os fetos contaminados pela doença de Minamata apresentam hipoplasia e perda de neurônios no córtex central, já as alterações patológicas mais importantes presentes em adultos são encontradas nas regiões do sulco calcarino, giro pós-central, precentral, temporal e córtex transversal (CANO, 2014).

No Brasil, algumas formas de contaminação com mercúrio são resultados do garimpo das últimas décadas do século passado, onde o aumento dos preços do ouro e as condições socioeconômicas dos países em desenvolvimento originaram uma verdadeira corrida pelo mesmo, onde todos os países da bacia Amazônica participaram. Para a pré-concentração e extração do metal precioso era utilizado o processo de amalgamação do mesmo com mercúrio metálico, o que por conseguinte foi responsável por grandes quantidades de mercúrio lançados na atmosfera e nos principais rios do ecossistema Amazônico (LACERDA & SALOMONS, 1998; LACERDA & MARINS, s/d). Porém mesmo após a queda do garimpo de ouro as concentrações de mercúrio do ambiente amazônico continuaram elevadas. A lixiviação⁴ e erosão do mercúrio presente nos solos e a sua reemissão para atmosfera é o que mantém esta certa quantidade de mercúrio no ecossistema Amazônico (ALMEIDA et al., 2005).

O mercúrio está presente nos vários compartimentos ambientais, onde apresenta diferentes concentrações e formas, estando em compostos orgânicos e inorgânicos. De uma forma geral a concentração em cada ciclo é relativamente baixa, porém em locais onde há uma emissão de mercúrio a concentração do mesmo consequentemente será superior.

⁴ Lixiviação: dissolução e remoção dos constituintes de rochas e de solos.

Na atmosfera, quando uma quantidade baixa de mercúrio no seu estado elementar (Hg^0) a atinge, são convertidos em espécies solúveis em água (normalmente o Hg^{2+}), esses mesmos podem ser reemitidos para a atmosfera, novamente na forma elementar. Ainda na mesma, o mercúrio elementar pode percorrer vastas distâncias, isso devido a grande retenção do mercúrio na atmosfera. A concentração total de mercúrio no ar atmosférico varia entre $0,5 \text{ ng/m}^3$ ⁵ à 10 ng/m^3 e de $0,7 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ⁶ à $20 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ em locais contaminados, dessas quantidades cerca de 70% à 99% corresponde ao mercúrio elementar (Hg^0), cerca de 0,1% à 0,3% ao dimetilmercúrio ($(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$), aproximadamente 0% à 5% ao metilmercúrio (CH_3Hg^+) e 0,1% à 5% aos íons de mercúrio (Hg^{2+}) (MICARONI; BUENO; JARDIM, 2000).

Já na litosfera, a concentração de mercúrio é baixa, com algumas exceções de solos ricos em húmus, nele o mercúrio também é encontrado de formas associadas com outros minérios. Em sedimentos, a quantidade total de mercúrio é de 50 ng/g à 100 ng/g e de $1 \text{ } \mu\text{g/g}$ à $500 \text{ } \mu\text{g/g}$ em locais contaminados, aproximadamente cerca de mais de 0,5% corresponde ao dimetilmercúrio ($(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$), e o restante para outras formas de mercúrio. No solo, a quantidade total é cerca de $200 \text{ } \mu\text{g/g}$ e $500 \text{ } \mu\text{g/g}$ em locais contaminados, sendo que desse total o metilmercúrio (CH_3Hg^+) corresponde a mais de 1% e o dimetilmercúrio ($(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$) a mais que 0,1%, já o restante corresponde a outras formas do mercúrio (MICARONI; BUENO; JARDIM, 2000).

Na hidrosfera, mares, rios e lagos, o mercúrio se concentra principalmente em áreas costeiras, chegando a apresentar de 2 ng/L à 15 ng/L e cerca de 100 ng/L em locais contaminados, dessa quantidade cerca de mais de 1% corresponde ao mercúrio elementar (Hg^0), mais de 10% para o metilmercúrio (CH_3Hg^+) e o restante, um valor não estimado para o dimetilmercúrio ($(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$). Em mar aberto a concentração chega a $0,1 \text{ ng/L}$ à 1 ng/L , onde de 1% à 30% corresponde ao mercúrio elementar (Hg^0), 1% à 25% ao dimetilmercúrio ($(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$) e mais de 10% para o metilmercúrio (CH_3Hg^+). Em águas doces, o total é de aproximadamente $0,1 \text{ ng/L}$ à 3 ng/L , onde mais de 30% corresponde ao metilmercúrio (CH_3Hg^+) e o restante, em valores não estipulados ao mercúrio no estado elementar (Hg^0) e ao dimetilmercúrio ($(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$). Em áreas vulcânicas a concentração de mercúrio é superior às demais (MICARONI; BUENO; JARDIM, 2000).

Por fim, na biosfera, a concentração de mercúrio se destaca principalmente em peixes, os quais em águas salgadas apresentam um total de $0,1 \text{ } \mu\text{g/g}$ à $1,5 \text{ } \mu\text{g/g}$ e cerca de $50 \text{ } \mu\text{g/g}$ em locais contaminados, onde aproximadamente 60% à 100% correspondem ao metilmercúrio (CH_3Hg^+), já em peixes de águas frescas o total é de $0,2 \text{ } \mu\text{g/g}$ à $1 \text{ } \mu\text{g/g}$ e de $7 \text{ } \mu\text{g/g}$ em locais contaminados, onde cerca de 70% à 100% correspondem ao metilmercúrio (CH_3Hg^+). No homem o mercúrio está presente na urina com um total de mais de $1,5 \text{ ng/L}$, onde cerca de mais de 1% corresponde ao metilmercúrio (CH_3Hg^+), no sangue ele está presente com um total de $0,1 \text{ ng/ml}$ à 5 ng/ml e de 10 ng/ml à 300 ng/ml em indivíduos contaminados, onde de 10% à 95% corresponde ao metilmercúrio (CH_3Hg^+), no cabelo em um total de $0,1 \text{ } \mu\text{g/g}$ à $2 \text{ } \mu\text{g/g}$ e de $2 \text{ } \mu\text{g/g}$ à $300 \text{ } \mu\text{g/g}$ em locais contaminados, onde 70% à 100% de metilmercúrio (CH_3Hg^+) (MICARONI; BUENO; JARDIM, 2000).

⁵ ng/m^3 : nanograma por metro cúbico.

⁶ $\mu\text{g/m}^3$: micrograma por metro cúbico.

O mercúrio está presente em praticamente qualquer lugar, porém apenas leva dano ao mesmo quando em uma quantidade maior, ou em formas que possam ser prejudiciais aos mesmos. O mercúrio é altamente perigoso e tóxico, pois dentre os metais contaminantes, ele é o que apresenta o maior nível de toxicidade, além de ser o único metal que pode sofrer biomagnificação em praticamente todas as cadeias alimentares, isto é, sua concentração aumenta conforme aumenta o nível trófico da espécie (LACERDA, MALM, 1998). Quando em um organismo vivo, por exemplo, ele se acumula e seu danos só veem a tona depois de um certo tempo.

7.2.3 RESÍDUOS QUE CONTÊM MERCÚRIO NO CÂMPUS

Desde muito tempo o mercúrio recebe diversas aplicações, sendo usado desde em empresas à garimpo. Esse metal é muito presente em nosso dia a dia, recebendo aplicação seguindo suas propriedades e características, assim ele pode ser utilizado de diversas maneiras:

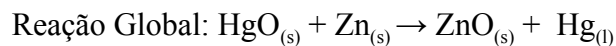
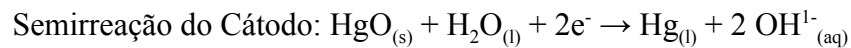
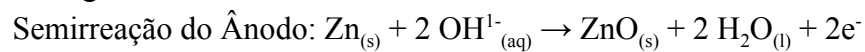
Tabela 1. Aplicações para o mercúrio.

Forma química	Propriedades Características	Aplicações
Metal	<ul style="list-style-type: none"> ● líquido à temperatura ambiente, expansão volumétrica uniforme em ampla faixa de temperatura, alta tensão superficial, não aderência a superfícies vítreas ● baixa resistência elétrica e alta condutividade térmica ● alto potencial de oxidação em relação ao hidrogênio ● facilidade de formação de amálgamas com outros metais 	<ul style="list-style-type: none"> ● aparelhos de pressão e temperatura: termômetros, barômetros e manômetros ● materiais elétricos e eletrônicos, agente resfriante ● operações eletroquímicas: indústrias de cloro e soda ● metalurgia, odontologia, processos extrativos (garimpo)
compostos orgânicos	poder de assepsia por oxidação de matéria orgânica	inseticidas, bactericidas, fungicidas
compostos inorgânicos	alta estereoespecificidade	catálise na indústria de polímeros sintéticos

Fonte: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n4/2648.pdf> (Adaptado pelo grupo)

Já no IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Centro os possíveis resíduos que contém mercúrio em sua composição são:

- Mercúrio nas lâmpadas fluorescentes: Segundo Camargo(2012) as lâmpadas fluorescente funcionam com uma descarga de baixa pressão. O bastão de vidro é preenchido com gases inertes com uma baixa quantia de mercúrio. No bastão de vidro há eletrodos nas extremidades e suas paredes são revestidas com camadas de fósforo. O vapor de mercúrio presente na lâmpada emite radiação UV quando a descarga elétrica flui pelas extremidades, que entra em contato com o fósforo, faz com que o vapor passe emitir luz visível. As diferentes tonalidades da luz é gerada por diferentes composições do pó fluorescente (JÚNIOR & WINDOMÖLLER, 2008).
- Mercúrio nas pilhas: Segundo Fogaça (s.d.) toda pilha possui dois eletrodos, um ânodo (polo negativo) e um cátodo (polo positivo), e um eletrólito. Na pilha de mercúrio, o ânodo é formado por uma cápsula de zinco metálico ($Zn_{(s)}$) e o cátodo por óxido de mercurio II ($HgO_{(s)}$). O Zn e o HgO são transformados em pó e compactados para que a pilha fique com o menor tamanho possível. O eletrólito é composto de uma solução de hidróxido de potássio saturada ($KOH_{(aq)}$). O Zn oxida, doando seus elétrons para o HgO, conforme está mostrado nas semirreações e na reação global dessa pilha a seguir:



As pilhas alcalinas são compostas por de um ânodo, um “prego” de aço coberto por zinco em uma solução de KOH alcalina (pH~14) um cátodo de anéis de MnO_2 compactado envoltos por uma capa de aço niquelado, um separador de papel e um isolante de nylon. Até 1989, a típica pilha alcalina continha mais de 1% de mercúrio. Em 1990, pelo menos 3 grandes fabricantes de pilhas domésticas começaram a fabricar e vender pilhas alcalinas contendo menos de 0,025% de mercúrio.

- Mercúrio nos computadores: Na composição dos computadores o mercúrio é utilizado nas placas de circuito impresso, além de ser encontrado nos monitores.

7.3 CHUMBO

7.3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

O chumbo é um metal pesado, possui como símbolo o Pb, tem número atômico de 82 e massa atômica de 207,21 u.m.a., possui ponto de fusão e ebulição 600 K e 2022 K, respectivamente. Segundo a ICZ - Instituto de Metais Não Ferrosos, é um mau condutor elétrico, em temperatura ambiente é encontrado no estado sólido (assim como a maioria dos

demais metais), apresenta uma coloração levemente azulada, é macio e maleável, e possui uma alta resistência à corrosão.

O Pb raramente é encontrado no seu estado elementar, sendo encontrado principalmente associado a outros elementos (assim como o caso do mercúrio). O mineral de chumbo mais comum é o sulfeto (PbS), denominado galena (com 86,6% deste metal). Outros minerais com importância são a anglesita (PbSO₄) e a cerusita (PbCO₃). O chumbo é geralmente encontrado com minerais de zinco, prata, e a maior parte de cobre, além disso, ele também pode ser encontrado minerais de urânio e de tório, já que vem da desintegração desses radioisótopos.

Dessa maneira a obtenção do metal chumbo é principalmente através da mineração, onde a já citada galena (sulfeto) é a principal fonte para o mesmo. O minério é preparado por ustulação, o que consiste em aquecimento do composto em presença de ar, aumentando a oxidação dos elementos do composto, para assim separá-lo do enxofre, o resultado desse e demais processos é a obtenção de um chumbo com teor de pureza de 99,9%. A produção desse metal é voltada principalmente para os Estados Unidos, Canadá, Austrália, Peru e México (SOBRAL et al., s/d).

Assim como o Mercúrio, o Chumbo é tóxico, assim em contato com o ambiente e seus componentes, é altamente perigoso. Há duas classes de compostos de chumbo: os inorgânicos, que são formados por sais e óxidos de chumbo, e os orgânicos que são chumbo tetraetila e tetrametila.

Segundo Fátima e Jusino Moreira (2004), o chumbo é um elemento tóxico não essencial ao organismo, e irá acumular quando encontrado no mesmo, pois não é utilizado e nem descartado pelo organismo. O metal afeta de uma forma geral todo o organismo, afetando os órgãos e sistemas, seus mecanismos de toxicidade englobam processos bioquímicos fundamentais, que incluem as características do chumbo de inibir ou imitar a ação do cálcio e de interagir com proteínas.

7.3.2 CHUMBO NO MEIO AMBIENTE E PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS

O chumbo pode representar uma ameaça aos organismos vivos, no organismo humano ele é absorvido principalmente através da inalação do vapor de óxido de chumbo (PbO) e também pela ingestão de água ou alimentos contaminados com ele, principalmente água contaminada, levando assim à pessoa à apresentar dor abdominal, cólicas abdominais, comportamento agressivo, prisão de ventre, cefaleias (dores de cabeça), dentre outros.

Segundo o Instituto de Metais Não Ferrosos (ICZ), os efeitos que o chumbo pode causar são: Perturbação da biossíntese da hemoglobina e anemia, aumento da pressão sanguínea, danos aos rins, abortos, alterações no sistema nervoso, danos ao cérebro, diminuição da aprendizagem em crianças. Após a contaminação, o chumbo se instala em diversas regiões ocasionando os seguintes sintomas:

(...) Em crianças, os sintomas principais são: irritabilidade, perda de interesse por brincadeiras, vômitos violentos e persistentes, instabilidade para andar, confusão

mental, sono e, por fim, incontroláveis convulsões e coma. Em adultos ocorrem dores de cabeça, sabor metálico na boca, perda de apetite, incômodos abdominais, vômitos, prisão de ventre e mudança de personalidade. Tanto crianças quanto adultos podem apresentar anemia. Em adultos é mais raro que em crianças o acometimento do sistema nervoso. Se a intoxicação for aguda é mais provável que surja encefalopatia, dores abdominais intensas, vômitos, diarreia, convulsões, coma e morte. Se for crônica é de se esperar fraqueza, dores abdominais, anemia, náuseas, perda de peso, fadiga, dores de cabeça e perda de funções cognitivas. Esses sintomas habitualmente progridem até o surgimento da encefalopatia, com alterações como distúrbios de comportamento (paranóia, delírios e alucinações), alterações da marcha e do equilíbrio, agitação psicomotora, alterações de consciência, estupor, convulsões e coma. (ABCMED, 2013)

No mundo inteiro, há vários desastres envolvendo a contaminação do chumbo. Um dos casos mais famosos e estudado devido ao rastro de contaminação que deixou, é o caso de Noyelles - Godault, na região de Nord Pas de Calais, no noroeste da França, região rica em chumbo e zinco, que, durante mais de um século foi dominada pela atividade prospectiva e transformadora de duas grandes empresas metalúrgicas, a Metaleurop e Nyrstar. Durante todo aquele tempo, as duas fábricas descartaram na atmosfera níveis consideráveis de elementos metálicos contaminando solos, ar, água e rios, com chumbo, cádmio e zinco. Tendo em vista a disponibilidade de recursos, a região era muito importante, já que albergava 2/3 da produção nacional de chumbo e 1/3 da produção de zinco, além de ser também o produtor mundial número um de germânio.

O encerramento da Metaleurop, que ocorreu em 2003, após ter sofrido acidentes em 1993 e 1994, e dos reveses provocados pela baixa do preço dos seus produtos nos mercados mundiais, deixam um terrível passivo ambiental, de consequências devastadoras para as regiões envolvidas, mesmo com todas as medidas e meios financeiros disponibilizados, envolvendo agentes da sociedade civil, municípios, várias universidades francesas de renome, agências nacionais de proteção do ambiente e vultosos fundos comunitários, para resolver o problema. Nos tempos atuais, mais especificamente em 2009, os níveis de chumbo presentes no sangue de crianças pequenas ainda eram superiores aos admissíveis pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

O chumbo está presente em todos os meios ambientais, onde está presente em diferentes conformações e formas, estando em compostos orgânicos e inorgânicos. De modo geral a concentração do chumbo em cada meio do ambiente é baixa, embora há locais que onde ocorre emissão de chumbos por inúmeros motivos, assim a concentração será elevada.

O chumbo é um elemento de ocorrência natural, encontrado com relativa abundância na crosta terrestre, em concentrações de aproximadamente 13 ppm (13 mg/Kg), quase sempre como sulfeto de chumbo (galena). É registrado em todos os compartimentos da biosfera e em diversas espécies químicas (FIT, 2012).

A litosfera pode ser contaminado pelo chumbo de forma natural, geológica ou por meio de atividades exercidas pelo homem (LARINI et al., 1997). O teor do chumbo é influenciado por atividades antropogênicas e pelo seu transporte através do ar, oriundo de várias fontes. De acordo com a legislação brasileira, o limite máximo de concentração para o

elemento chumbo (Pb) no solo é 30,00 µg/g ou ppm (BRASIL, 1990). Os níveis naturalmente presentes de chumbo no solo encontram-se no intervalo de 10 a 70 ppm (mg/Kg), sendo que, em solos de áreas rurais, apresentam-se normalmente em concentrações menores que 30 ppm (BELLINGER & SCHWARTZ, 1997). Mais de 43% do chumbo presente na litosfera está na fração orgânica, sendo o restante ligado a outros componentes de seu sistema, como óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, carbonatos e fosfatos.

Na hidrosfera, o chumbo (Pb) é fortemente adsorvido à matéria orgânica e, embora pouco sujeito à lixiviação, pode entrar nas águas superficiais como resultado da erosão do solo (MUNHOZ, 2010). O movimento do chumbo do solo para as águas profundas normalmente é lento em condições naturais, exceto para caso de elevada acidez. São condições que induzem a mobilização do chumbo: (1) a presença de chumbo no solo em concentrações que se aproximam ou excedem a capacidade de troca catiônica de tal meio; (2) a presença de materiais que são capazes de formar quelatos solúveis com o chumbo; e (3) o decréscimo do pH da solução de lixívia (como a chuva ácida) (MUNHOZ, 2010). No geral, o ambiente aquático é o principal receptor de diferentes substâncias químicas, mesmo não lançadas diretamente nos corpos de água. Assim o Pb que deposita no meio aquático pode ser procedente da atmosfera, da lixiviação do solo e até mesmo do despejo direto do contaminante.

Na biosfera, todos os animais podem se intoxicar por chumbo, embora a intoxicação ocorra de maneira mais fácil em animais jovens. A intoxicação ocorre quando os animais ingerem acidentalmente produtos que contêm chumbo (baterias, tintas, óleo ou graxa de motores de carros ou máquinas agrícolas, canos de chumbo, sal mineral contaminado pelo metal). Outra fonte de contaminação é a ingestão de pastagens em áreas próximas a indústrias que poluem por chumbo (MUNHOZ, 2010). Além da via oral, a intoxicação pode ocorrer também pela via respiratória, devido à inalação de vapores de chumbo (BLANC et al., 1999). Em bovinos e eqüinos saudáveis, podem ser encontrados níveis sanguíneos de 0,05 a 0,25 ppm de chumbo por 100mL de sangue. Já em animais intoxicados, os níveis sanguíneos mostram-se superiores a 0,3 ppm (RADOSTIS et al., 1994). Encontram-se dentro do limite de tolerância biológico (LTB), os valores de chumbo entre a faixa de 0 e 0,25 µg/mL, atribuídos à espécie bovina por Rosenberger (1983); Takla e colaboradores (1990); McEvoy & McCoy (1993) e Villegas-Navarro e colaboradores (1993).

Nas plantas, o chumbo está presente naturalmente devido ao processo de captação e incorporação. Em geral, as plantas absorvem prontamente esses elementos dissolvidos nas frações do solo, seja na forma iônica, seja quelado na forma de complexos. A intensidade da absorção varia com a espécie de planta e sua fase de desenvolvimento, sendo sensível a algumas propriedades do ambiente, como temperatura, aeração e potencial de oxi-redução (MUNHOZ, 2010). Os efeitos nas plantas não é muito específica, mas ocorre nos processos de fotossíntese, mitose e absorção de água.

7.3.3 RESÍDUOS QUE CONTÊM CHUMBO NO CÂMPUS

Mesmo o chumbo sendo um metal que pode trazer muitos malefícios para a saúde humana e para o meio ambiente, ele ainda é muito utilizado pela sociedade tanto na área doméstica quanto na industrial, e por isso ele recebe várias aplicações.

Tabela 2. Aplicações para o chumbo.

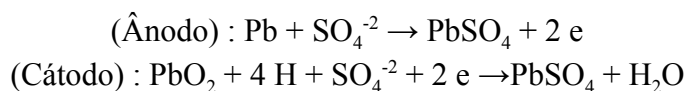
Substância	Principais usos
Chumbo metálico	Bateria, Soldas, Munições, Ligas metálicas.
Estearato de chumbo	Secante de lacas e vernizes, Graxas, Ceras.
Monóxido de chumbo	Baterias, Medicamentos, Tintas.
Naftenato de chumbo	Conservador de madeiras, Inseticidas, Óleo lubrificante.
Chumbo tetraetila	Antidetonante para gasolina, reação de etilação.
Carbonato de chumbo	Tintas.
Sulfato de chumbo	Tintas
Silicato de chumbo	Composições de vidros

Fonte: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000500015
(Adaptada pelo grupo)

No IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Centro o chumbo está presente principalmente nos seguintes resíduos:

- Acumuladores: Os acumuladores são baterias que usamos nos automóveis. São compostas por seis pilhas normais dispostas em série. Cada pilha apresenta dois eletrodos que sempre estão dentro de uma solução de H_2SO_4 . Um dos eletrodos é chamado de cátodo (PbO_2) e o outro é chamado de ânodo (Pb). Durante o funcionamento da bateria, o Pb sofre oxidação, transforma-se em um cátion (Pb^{+2}) e reage com o SO_4 da solução, formando o $PbSO_4$, que é um sal insolúvel. Assim, a solução não fica com excesso de cátions.

Abaixo temos as equações que representam os processos que ocorrem no ânodo e no cátodo da bateria:



Quando essa bateria é submetida a uma fonte elétrica externa, a substância $PbSO_4$ formada no ânodo e no cátodo é transformada novamente em Pb e PbO_2 .

- Soldas: O chumbo é usado junto com o estanho (Sn) nas soldas, devido que essa ligação metálica possibilita um menor ponto de fusão tornando mais fácil e eficiente a solda.
- Pilhas: O chumbo e usados nas pilhas para ajudar a evitar a corrosão da mesma, onde nelas cerca de 0,1% do seu peso corresponde ao chumbo.
- Placas de Circuito Impresso: Nos dias de hoje as Placas de Circuito Impresso (PCIs) são utilizadas em muitas áreas da indústria eletrônica e podem representar cerca 30% de todo o produto fabricado. (BERNARDES et al., 2008). Composição das PCIs no anexo 1.
- Monitores CRT (Catodic Ray Tube) : Um monitor CRT tem quase 58% de seu peso gasto com o tubo de raios catódicos.

“A quantidade de chumbo dentro do tubo é 20% do peso deste. Como um monitor pesa em torno de 13 kg, temos de dois a três quilos de chumbo, dependendo do tamanho e da idade do monitor. Quanto mais velho e pesado, maior a quantidade, explica a especialista em gestão ambiental do Centro de Descarte e Reúso de resíduos de Informática (CERRI, s/d)

7.4 MÉTODOS ANALÍTICOS PARA DETERMINAÇÃO DOS METAIS

Há diversos métodos para a determinação de metais, para alguns, como o caso do mercúrio são necessários métodos mais refinados e sensíveis. Os métodos podem variar para cada tipo de metal. sendo pensados de acordo com as características dos mesmos. Dentre estes métodos pode ser citado a espectrofotometria por absorção atômica (AAS), a qual pode ser utilizada para a determinação de mais de 70 elementos, como o chumbo e o mercúrio (OKUMURA et al, s/d).

De acordo com Mendham (2002), a espectroscopia de absorção atômica tem como princípio fundamental o fato de que um grande números de átomos de certo elemento, quando na fase gasosa, não sofrerem excitação, desta maneira eles permanecem no estado fundamental, onde são capazes de absorver energia radiante. Essa energia absorvida pelos átomos do elemento são emitidas em determinados comprimentos de onda de ressonância, sendo a absorção específica para cada elemento, ou seja, não haverá outro elemento que absorva a energia no mesmo comprimento de onda. A absorbância será proporcional a concentração destes átomos em solução, conforme a lei de Lambert - Beer (MARQUES, s/d).

A técnica de absorção atômica por vapor frio (CV-AAS⁷), é aplicada principalmente para o mercúrio, já que o elemento é o único metal cuja sua forma atômica (Hg⁰) está presente na forma de vapor à temperatura ambiente. Sendo assim esse método se baseia no processo de redução, utilizando normalmente o cloreto estano ou borohidreto de sódio, reduzindo o Hg²⁺ à Hg⁰ (vapor) que é arrastado por um gás inerte até a célula de absorção. O

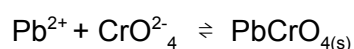
⁷ CV-AAS: Cold Vapor Atomic Absorption Spectroscopy

elemento já chega à célula de absorção na forma atômica, por isso a mesma não necessita ser aquecida, se caracterizando assim como a técnica de “vapor frio” (WELZ & SPERLING, 1999). Ao contrário da CV-ASS há a espectrometria atômica por chama (FAAS), onde a amostra receberá energia por uma chama até o término do processo.

Segundo Bueno, Jardim e Micaroni (2000) outro método também bastante utilizado é o método colorimétrico, isso devido a sua simplicidade e baixo custo. Por se tratar de um método bastante simples ele sofre interferências de diversos elementos, isso exige várias etapas de separação para que o método seja realizado de forma adequada. Ele consiste na aplicação de agente colorimétrico na amostra, o qual irá formar um complexo colorido com o elemento em estudo.

Após a primeira aplicação do agente, forma um composto orgânico com o elemento em estudo, será aplicado uma solução aquosa de ácido nítrico para o ajuste de pH, e após a aplicação do ácido será aplicado novamente o agente colorimétrico na solução aquosa tendo assim uma solução livre de interferências. Após a aplicação do agente químico o composto poderá ser analisado no espectrofotômetro de UV visível para determinarmos o comprimento de onda adequado e a absorbância da amostra, comprovando a existência e a concentração do metal na amostra analisada.

Por fim outro método bastante utilizado para a determinação de alguns metais é a gravimetria. Segundo Baccan et al. (2001) esse método para o chumbo, por exemplo, se baseia na precipitação de íons de chumbo (II) com íons cromato.



Basicamente, a solução será aquecida até próximo ao seu ponto de ebulição, observando-se a gradual formação e crescimento do precipitado. Em seguida são lavadas com pequenas porções de água destilada e levadas para a estufa, onde serão enxugadas ou secadas a uma temperatura de 110°C, até chegar em um peso constante. Após isso se calcula de maneira estequiométrica o teor de chumbo (II) na amostra original.

8 METODOLOGIA

O projeto se caracteriza como uma pesquisa quali-quantitativa para a identificação e determinação do elemento chumbo e qualitativa para identificação do elemento mercúrio, ambas na constituição de resíduos produzidos no IFSC-JAR Centro. Para tanto, inicialmente será realizado uma revisão bibliográfica, com finalidade de compreender as principais propriedades dos metais e sua presença em resíduos gerados no Câmpus, como também, os impactos socioambientais ocasionados pelo descarte incorreto destes no meio ambiente.

Os resíduos em questão serão selecionados após a pesquisa bibliográfica, segundo os critérios:

- As espécies químicas dos metais e seus possíveis impactos ao meio ambiente;

- A quantidade em massa de chumbo e de mercúrio presentes em suas constituições;
- A quantidade dos resíduos gerados no câmpus;

Após a seleção dos resíduos será necessário sua classificação, através da identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido, de acordo com as normas da ABNT, na NBR 10.004/04, determinando assim os eventuais riscos que os mesmos poderão vir a apresentar.

Além da classificação conforme as normas da ABNT, será realizado no Câmpus a caracterização dos resíduos, o que consiste em determinar: suas propriedades macroscópicas, aplicação e manejo dos resíduos e, por fim, a identificação dos seus componentes e composição química dos metais presentes e demais componentes.

8.1 MÉTODOS PARA A ANÁLISE DO MERCÚRIO

Para o mercúrio será realizado uma pesquisa qualitativa que visará a determinação se há ou não o metal presente nos resíduos selecionados para pesquisa. Para isso será realizado a caracterização destes resíduos tendo como foco suas propriedades macroscópicas, identificação de seus componentes, sua aplicação e manejo.

O mercúrio é um elemento bastante volátil, sendo necessários métodos bastante específicos e sensíveis para sua determinação quantitativa, métodos os quais o Câmpus não têm à sua disposição, sendo possível apenas a sua determinação qualitativa, através de pesquisa em campo e em referenciais teóricos.

8.2 MÉTODOS PARA A ANÁLISE DO CHUMBO

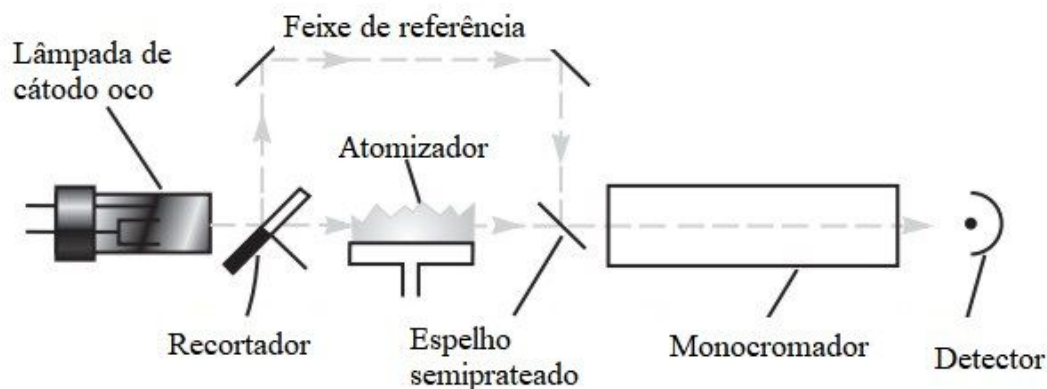
Foram selecionados três métodos para a determinação do metal chumbo (Pb), sendo estes o método colorimétrico, espectrometria de absorção atômica por chama e o método de gravimetria.

O primeiro é o método colorimétrico, que de acordo com Micaroni, Bueno e Jardim (2000) é mais comum e tradicional, já que é um método rápido e com baixo custo, porém este método sofre interferência de diversos elementos, sendo exigido várias etapas de separação. Para a realização do mesmo há a utilização de um agente químico, o qual reagirá com o chumbo e originará um complexo colorido. A ditizona ($C_{13}H_{12}N_4S$) é o agente colorimétrico empregado para o método, que quando reage com chumbo origina o complexo ditizonato de chumbo. O espectrômetro de UV visível será ajustado e calibrado, para que assim se possa analisar a existência do chumbo e sua concentração na amostra.

O segundo método será o de espectrometria de absorção atômica de chama (FAAS), O equipamento de FAAS, inicia o processo com uma amostra que estará em solução aquosa a qual será conduzida até o atomizador onde por meio de chama entrará em seu estado fundamental, então a lâmpada de cátodo oco emitirá a luz com comprimento de onda específico que excitará o elétron, o feixe de luz então será dividido no monocromador e será direcionado para o sensor de luz do aparelho, o aparelho então calculará o quanto de luz com

comprimento de onda específico foi absorvido, de acordo com a lei de Lambert - Beer, como ilustrado na figura 2.

Figura 2. Esquema do processo de FAAS.



Fonte: <http://docplayer.com.br/11571277-Fotometria-de-chama-e-absorcao-atomica.html>
(Adaptado pelo grupo)

Para o preparo da amostra, o chumbo, após ser devidamente extraído, será colocado em solução contendo ditizona, logo após isso será colocado em ácido nítrico para ajuste de pH, este processo será repetido novamente para que o chumbo esteja livre de interferências, para assim ser quantificado no equipamento de FAAS.

Outro método utilizado para a determinação do chumbo é o método de gravimetria. Segundo Baccan et al (2001) esse método se baseia na precipitação de íons de chumbo (II) com íons de cromato. Na reação se formará o reagente precipitante, que após o ajuste de pH e o aquecimento da solução ocorrerá a precipitação do composto. Nesse processo também será feito o uso da estufa, que será utilizada para secar pequenas porções da solução, na qual, após seca, será determinada a quantidade de chumbo através de cálculo estequiométrico, já que o chumbo estará na reação junto ao cromato.

8.3 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS

Todos os resíduos produzidos no laboratório serão tratados e destinados apropriadamente no momento de sua geração. Os resíduos não tóxicos serão rotulados e armazenados no laboratório do próprio câmpus até serem encaminhados para descarte, enquanto os resíduos tóxicos orgânicos e inorgânicos serão descartados adequadamente. Os resíduos não tóxicos quando forem soluções ácidos ou básicas serão neutralizados. As soluções contendo metal pesado serão precipitadas e armazenadas (FONSECA; MARCHI, 2009).

9 CRONOGRAMA

ATIVIDADES	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
Aprofundamento da revisão bibliográfica	X	X	X	X	
Seleção dos resíduos a serem analisados	X				
Classificação e caracterização dos resíduos	X	X			
Determinação do metal chumbo		X	X		
Resultados e discussões			X	X	
Elaboração dos slides				X	
Elaboração do Banner				X	
Elaboração e entrega do relatório final					X
Apresentação					X

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCMED, 2013. **Intoxicação por chumbo ou saturnismo: o que vem a ser isso?**. Disponível em: <http://www.abc.med.br/p/sinais.-sintomas-e-doencas/351404/intoxicacao-por-chumbo-ou-saturnismo-o-que-vem-a-ser-isso.htm>. Acesso em: 7 jun. 2017.

ABCMED, 2013. **Intoxicação por mercúrio: causas, sinais e sintomas, diagnóstico, tratamento, prevenção.** Disponível em: <http://www.abc.med.br/p/sinais.-sintomas-e-doencas/351414/intoxicacao-por-mercurio-causas-sinais-e-sintomas-diagnostico-tratamento-prevencao.htm>. Acesso em: 13 mar. 2017.

AGUIAR, Mônica Regina Marques Palermo; NOVAES, Amanda Cardoso; GUARINO, Alcides Wagner Serpa. **REMOÇÃO DE METAIS PESADOS DE EFLUENTES INDUSTRIAIS POR ALUMINOSSILICATOS.** Rio de Janeiro - RJ: Química Nova, 2002. 3 p. v. 25. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/0D/qn/v25n6b/13130.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2017.

ALMEIDA, M. D. et al. **Mercury loss from soils following conversion from Forest to pasture in Rondônia, Western Amazon, Brazil.** Environmental Pollution, v.137, p.179- 86, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004/04:** Resíduos sólidos - Classificação. 2 ed. Rio de Janeiro, 2204. 71 p. Disponível em: <http://analiticaqmc.paginas.ufsc.br/files/2013/07/residuos-nbr10004.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12809/2013:** Resíduos de serviços de saúde - Gerenciamento de resíduos de saúde intra estabelecimento. Disponível em: <http://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/download/category/119-saude-ambiental?download=768:nbr-n-12-809-1997-manuseio-de-residuos-de-servico-de-saude> Acesso em: 07 jun. 2017.

BACCAN, N., ANDRADE, J. C., GODINHO, E. S., BARONE, J. S. Química analítica quantitativa elementar. 3 ed. Blucher, 2001.

BELLINGER, D.; SHWARTZ, J. Effects of lead in children and adults. In: STEELAND, K.; SAVITZ, D.A.A. (Ed.). Topics in Environmental Epidemiology. New York: Oxford University Press, cap. 14, p. 314-49, 1997.

BERNARDES, Andréa Moura et al. Utilização de processos mecânicos e eletroquímicos para a reciclagem de cobre de sucatas eletrônicas.[S.l.: s.n.], 2008. 2 p. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672008000200008>. Acesso em: 09 maio 2017.

BIDONE, F.R.A. Introdução. Em Bidone, F.R.A. (organizador). **Metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: PROSAB, 1999.

BLANC, J.; RIVERO, R.; RAMPOLDI, O.; MORAES, J.; KUTZ, S. Intoxicación por plomo en vacas Holando. Anais: Jornadas Uruguayas de Buiatria, 27, Paysndú, Uruguay. p.43-5, 1999.

BRASIL. Portaria nº 16 de 13 de março de 1990: fixa limites máximos de tolerância de chumbo em alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 15. mar. 1990. Seção I, p. 5436.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mercúrio**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/mercurio>> . Acesso em: 13 de março de 2017.

CÂMPUS , Paula . LUMINOTÉCNICA E LÂMPADAS ELÉTRICAS . Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT15032011201148.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2017

CAMARGO , Luciano. Como funciona a lâmpada fluorescente . 2004-2012. Disponível em:<[http://www.mundofisico.joinville.udesc.br/index.php?idSecao=2&idSubSecao=&idText o=8](http://www.mundofisico.joinville.udesc.br/index.php?idSecao=2&idSubSecao=&idTexto=8)>. Acesso em: 05 abr. 2017.

CANO, Talyta de Matos. **Efeitos deletérios e teratogênicos da exposição ao mercúrio - Revisão da literatura**. [S.l.]: Revista de Medicina e Saúde de Brasília,2014. 6 p.

CARDOSO, M. L. **Metais pesados**. 2008. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica/metais-pesados/>>. Acesso em: 12 de março de 2017.

CERRI, Alberto. Monitores CRT: vidro com chumbo é o maior problema. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/35/445-monitores-crt-vidro-com-chumbo-e-o-maior-problema.html>>. Acesso em: 07 abr. 2017.

FIT. Chumbo e seus compostos. [S.l.]. 2012. 1 p. Disponível em: <<http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/chumbo.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2017.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Pilhas de mercúrio"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/pilhas-mercurio.htm>>. Acesso em 10 de maio de 2017.

FONSECA, Janaína Conrado Lyra da; MARCHI, Mary Rosa Rodrigues de. Manual para gerenciamento de resíduos perigosos . 2009. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Disponível em: <http://www.sorocaba.unesp.br/Home/CIPA/Manual_de_Residuos_Perigosos.pdf>. Acesso em: 27 maio 2017.

ICZ. Chumbo e a Saúde. Disponível em:<<http://www.icz.org.br/chumbo-saude.php>>. Acesso em: 17 maio 2017.

JÚNIOR, Walter Alves Durão; WINDMÖLLER, Cláudia Carvalhinho. A Questão do Mercúrio em Lâmpadas Fluorescentes. 28. ed. [S.l.: s.n.],2008. 15-19 p.Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/04-QS-4006.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

LACERDA, Luiz Drude; MALM, Olaf. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos:: uma análise das áreas críticas. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200011>. Acesso em: 20 maio 2017.

LACERDA, L. D.; SALOMONS, W. **Mercury from gold and silver mining. A chemical time bomb?** Berlin: Springer Verlag, 1998.

LACERDA, Luiz Drude; SANTOS, Angelo Francisco; MARINS, Rozane Valente. Emissão de mercúrio para a atmosfera pela queima de gás natural no Brasil. Fortaleza - CE, Brasil: [s.n.], [s/d]. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000200024>. Acesso em: 29 abr. 2017.

LARINI, D.O. Toxicologia. 3ªed. São Paulo. cap.5, p.128-135. 1997.

MARQUES , Maria . Fenômenos Interfaciais : Absorção; conceitos, classificações . Disponível em: <https://cetm_engminas.catalao.ufg.br/up/596/o/fen_int_2.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2017.

MENDHAM, J; DENNEY RC, BARNES JD, THOMAS MJK. Vogel – Análise Química Quantitativa, Rio de Janeiro – RJ: LTC Editora, 2002.

MICARONI, Regina Clélia da Conta Mesquita; BUENO, Maria Izabel Maretti Silveira;

MOREIRA, F. R., MOREIRA, J. C. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. Rev Panam Salud Publica. 2004;15(2):119–29..

MUNHOZ, Patrícia. MONITORAMENTO AMBIENTAL EM REGIÃO CONTAMINADA POR CHUMBO. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/101274/munhoz_pm_dr_botfmvz.pdf?ssequence=1>. Acesso em: 07 abr. 2017/05/17.

NAKANO, V; AVILA-CAMPOS, M. J. **Metais pesados: um perigo eminente**. Laboratório de Anaeróbios, Departamento de Microbiologia. Disponível em: <http://www.icb.usp.br/bmm/mariojac/index.php?option=com_content&view=article&id=33&Itemid=56&lang=br>. Acesso em: 24 abril 2017.

OKUMURA, Fabiano; CAVALHEIRO, Élder ; NÓBREGA, Joaquim. Experimentos simples usando fotometria de chama para ensino de princípios de espectrometria atômica em cursos de química analítica. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422004000500026&script=sci_arttext>. Acesso em: 07 abr. 2017

PEDROLO, Caroline. Mercúrio. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica/elemento-mercurio/>>. Acesso em: 12 maio 2017.

RIBEIRO, Pedro. CONCENTRAÇÃO DE METAIS CONTIDOS EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO DE COMPUTADORES DESCARTADOS. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007207.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2017.

RADOSTITS, O.M., BLOOD, D.C., GAY, C.C. Veterinary Medicine, 8th ed., Baillière Tindall, London, 1736p, 1994.

SANTANA, Genilson Pereira. A problemática do metilmercúrio. Disponível em: <<http://blog.clubedaquimica.com/a-problematICA-do-metilmercurio/>>. Acesso em: 17 maio 2017.

SILVA, LÍlian; CARNEIRO, Manuel; FERNANDES, Thais. Química analítica aplicada ao estudo do chumbo. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/santo_amaro/pdf/cap13.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2017.

SOBRAL, L. G. S.; OLIVEIRA, D. M.; SOUZA, C. E. G.; SILVA. S. C. A. F. Metalurgia d chumbo: processos de produção e refino. s/d. disponível em : <http://www.cetem.gov.br/santo_amaro/pdf/cap12.pdf>. Acesso em: 11 maio 2017.

TEIXEIRAI, Viviane; COUTINHO, Fernanda; GOMES, Ailton. Resinas poliméricas para separação e pré-concentração de chumbo. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000500015>. Acesso em: 07 abr. 2017.

WELZ, B.; SPERLING, M. **Atomic absorption spectrometry**. Weinheim: Wiley-VCH, 1999. 941p

ANEXOS

Anexo 1: PCI indicando o material e a composição.

Tipo de material	Composição
Polímero	Em média 30% em peso, principalmente poliolefinas, poliésteres e policarbonatos.
Óxidos Refratários	Em torno de 30% em peso, sílica 50% , 20% alumina, óxidos de terra raras 43% a 20% e 10% de outros óxidos
Metais Bases	Em torno de 40% do peso total, composto de 50% de cobre, 20% de estanho, 10% de ferro, 5% de níquel, 5% de chumbo, 5% de alumínio e 3% de zinco
Metais preciosos	Em torno de 1655g/ton de prata, 850g/ton de ouro e 42g/tonde paládio.

Fonte: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007207.pdf> (Adaptada pelo grupo)